

(11)特許出願公開番号

特開平6-152593

(43)公開日 平成6年(1994)5月31日

| (51) Int. Cl. <sup>5</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号  | F I           | 技術表示箇所  |
|----------------------------|-------|---------|---------------|---------|
| H 0 4 L                    | 12/00 | 8732-5K | H 0 4 L 11/00 |         |
|                            | 12/24 | 8732-5K | 11/08         |         |
|                            | 12/26 | 8529-5K | 11/20         | 1 0 2 A |
|                            | 12/56 |         |               |         |

審査請求 有 請求項の数20 (全 26 頁)

|             |                |         |  |
|-------------|----------------|---------|--|
| (21)出願番号    | 特願平5-135505    | (71)出願人 | 390009531<br>インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション<br>INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION<br>アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州<br>アーモンク（番地なし） |
| (22)出願日     | 平成5年（1993）6月7日 | (72)発明者 | ジョシユア・セス・アウエルバッハ<br>アメリカ合衆国06877、コネティカット州<br>リッジフィールド、ローリング・リッジ・ロード20  |
| (31)優先権主張番号 | 900647         | (74)代理人 | 弁理士 合田 潔（外1名）  |
| (32)優先日     | 1992年6月18日     |         |  |
| (33)優先権主張国  | 米国（US）         |         |  |

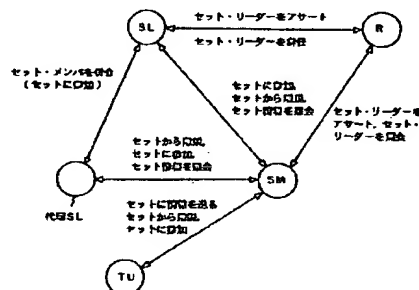
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信ネットワーク管理システム

(57) 【要約】

【目的】 マルチキャスト・セットのメンバである各ユーザが、そのセットのメンバ間の通信に使用される配布経路または伝送経路の作成および利用とは独立に制御され管理される、新しい形の通信ネットワークおよび制御を提供すること。

【構成】 各ノードには、マルチキャストの宛先となるユーザのセットの作成、管理またはアクセスを制御するためのセット・マネージャが設けられる。セット・マネージャは、その常駐するノードに関連する全ユーザの局所メンバの記録を維持し、指定されたユーザのセットごとにマルチキャスト・グループ内のユーザのセット全体に関するメンバ情報を維持するためのセット・リーダになる。このセット・マネージャのうちの1つが、ネットワーク内の全セット・リーダのリストを維持するレジストラに指定される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の相互接続されたノードを含む通信ネットワークにおいて、

通信ネットワーク・ユーザ・セット・マネージャ制御手段とセット・リーダ・マネージャ制御手段とネットワーク・レジストラ制御手段とを含む、複数の選択可能な制御を提供するための通信制御手段と、

前記ネットワークの各ノードにあり、前記ノードの各ネットワーク・ユーザと通信し、前記ユーザの動的通信要件に応答して前記通信制御手段の動作モードを選択して、前記ネットワークが、どの時点でも活動状態の唯一の前記ネットワーク・レジストラ制御手段と、前記ネットワーク内の各ノードごとに1つのセット・マネージャ制御手段と、ユーザの各セットごとに1つの前記セット・リーダ制御手段とを有するように、前記ネットワーク・ユーザ・セット・マネージャ制御手段、前記セット・リーダ制御手段および前記ネットワーク・レジストラ制御手段を動作させる、管理モード制御手段とを具備する、複数の相互接続されたノードを含む通信ネットワーク管理システム。

【請求項2】前記セット・マネージャ制御手段がさらに、最初の前記ユーザがその時点で他のセット・メンバが既知でないセットへの参加を要求する時に、セット識別を作成し、最後の前記セット・メンバがそのセットから脱退する時に、前記セット識別を破壊する手段を具備することを特徴とする、請求項1に記載の通信ネットワーク管理システム。

【請求項3】前記セット・リーダ手段がさらに、前記セットのメンバである全ユーザの現リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項1に記載の通信ネットワーク管理システム。

【請求項4】前記セット・リーダ手段がさらに、前記セットのメンバである全ユーザの現リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項2に記載の通信ネットワーク管理システム。

【請求項5】前記ネットワーク・レジストラ手段がさらに、前記ネットワークに含まれるすべての現ユーザ・セットおよびそのメンバの主リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項1に記載の通信ネットワーク管理システム。

【請求項6】前記ネットワーク・レジストラ手段がさらに、前記ネットワークに含まれるすべての現ユーザ・セットおよびそのメンバの主リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項2に記載の通信ネットワーク管理システム。

【請求項7】前記ネットワーク・レジストラ手段がさらに、前記ネットワークに含まれるすべての現ユーザ・セットおよびそのメンバの主リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項3に記載の通信ネットワーク管理システム。

【請求項8】前記ネットワーク・レジストラ手段がさらに、前記ネットワークに含まれるすべての現ユーザ・セットおよびそのメンバの主リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項4に記載の通信ネットワーク管理システム。

【請求項9】前記ユーザ・セット・マネージャ制御手段がさらに、識別されたメンバのセットを宛先とするメッセージを受け取り、前記メッセージの配布のため前記セットの前記メンバ用の前記セット・リーダ制御手段に前記セット・メンバの識別に関して照会する手段を具備することを特徴とする、請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の通信ネットワーク管理システム。

【請求項10】複数の相互接続されたノードを含む通信ネットワークにおいて、該各ノードが、通信ネットワーク・ユーザ・セット・マネージャ制御とセット・リーダ制御とネットワーク・レジストラ制御とを含む複数の制御を提供するための通信制御手段と、前記各ノードにあり、前記ユーザの動的通信要件に応答して前記通信制御手段の動作モードを選択して、前記ネットワークが、どの時点でも活動状態の唯一の前記レジストラ制御手段と、前記ネットワーク内の各ノードごとに1つのセット・マネージャ制御手段と、前記ユーザの各セットごとに1つの前記セット・リーダ制御手段とを有するように、前記ユーザ・セット・マネージャ制御手段、前記セット・リーダ制御手段および前記ネットワーク・レジストラ制御手段を動作させる管理モード制御手段とを具備する、複数の相互接続されたノードを含む通信ネットワーク。

【請求項11】前記ユーザ・セット・マネージャ制御手段がさらに、最初の前記ユーザが他のセット・メンバが既知でないセットへの参加を要求する時に、セット識別を作成し、最後の前記ユーザがそのセットから脱退する時に、前記セット識別を破壊する手段を具備することを特徴とする、請求項10に記載の通信ネットワーク。

【請求項12】前記セット・リーダ手段がさらに、前記セットのメンバである全ユーザの現リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項10に記載の通信ネットワーク。

【請求項13】前記セット・リーダ手段がさらに、前記セットのメンバである全ユーザの現リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項11に記載の通信ネットワーク。

【請求項14】前記ネットワーク・レジストラ手段がさらに、前記ネットワークに含まれるすべての現ユーザ・セットおよびそのメンバの主リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項10に記載の通信ネットワーク。

【請求項15】前記ネットワーク・レジストラ手段がさらに、前記ネットワークに含まれるすべての現ユーザ・セットおよびそのメンバの主リストを作成し維持する手

段を具備することを特徴とする、請求項11に記載の通信ネットワーク。

【請求項16】前記ネットワーク・レジストラ手段がさらに、前記ネットワークに含まれるすべての現ユーザ・セットおよびそのメンバの主リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項12に記載の通信ネットワーク。

【請求項17】前記ネットワーク・レジストラ手段がさらに、前記ネットワークに含まれるすべての現ユーザ・セットおよびそのメンバの主リストを作成し維持する手段を具備することを特徴とする、請求項13に記載の通信ネットワーク。

【請求項18】前記セット・マネージャ制御手段がさらに、識別されたユーザのセットを宛先とするメッセージを受け取り、前記メッセージの配布のため前記セットの前記メンバ用の前記セット・リーダーに前記セット・メンバの識別に関して照会する手段を具備することを特徴とする、請求項10ないし請求項17のいずれかに記載の通信ネットワーク。

【請求項19】複数の相互接続されたノードからなるネットワーク内の各ノードで、ネットワーク・データベースに照会してレジストラが既に存在するかどうかを判定し、レジストラとして識別される他のノードがそれより高い優先順位を有していない場合に、レジストラになることによってネットワーク・レジストラを決定するステップと、識別されたユーザの各セットごとに、送信元ノードを前記識別されたセットのセット・リーダーになりたいと要求するものとして識別するメッセージを前記レジストラに送り、セット・リーダーが既に存在する場合は、セット・リーダーのノード識別で、また他のセット・リーダーが存在しない場合は、セット・リーダーとして前記要求元ノードを指定する応答で前記レジストラに応答することによってセット・リーダーを識別するステップとを含む通信ネットワーク管理方法。

【請求項20】さらに、前記各ノードで、各ノードから、前記ノードにそのユーザが付加されているすべてのユーザ・セットのセット・リーダーへの接続性を監視し、接続性の障害が検出された時には必ず、新しいネットワーク・レジストラ識別およびセット・リーダー識別を確立するステップを含む、請求項19に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、全般的にはデジタル通信システムに関し、具体的には、複数のユーザへのマルチキャスト通信の管理に用いられるパケット伝送システムに関する。

【0002】

【従来の技術】データ通信ネットワーク内のパケット伝

送システムは、処理センタと通信ユーザの間でデジタル・データの通信を行う際の常套手段になってきた。このようなシステムは、多種の伝送リンクで相互接続された複数のパケット交換ノードを含んでいる。このようなシステムでは、デジタル情報を多数のパケットに分割して伝送する。各パケットは、そのパケットがネットワークを介して親ノードから1つまたは複数の最終的な宛先へ移動する際に出会う交換ノードを制御するのに必要な経路指定情報をすべて含むヘッダを有する。パケット・ネットワークは、元来、近接した位置にあるデータ処理サイト用に作成されたが、現在では全国的または国際的な大型の大規模分散データ処理ネットワークに使用されている。

【0003】経路指定のプロトコルまたは方法は、パケット伝送システムを介してノードからノードへまたは交換機から交換機へのデータ・パケットの経路指定を制御するのに使用される。一般的に、各パケットは、親ノードから1つまたは複数の宛先ノードへのパケットの進行を指定するのに必要な経路指定アドレッシングまたは制御情報を含むヘッダを有する。本発明で対象とするマルチキャスト経路指定では、経路指定配布ツリーを、単一の送信元が同一の情報パケットを複数の受信ノードに送る、接続された1組のネットワーク・ノードおよびリンクとして定義することができる。マルチキャスト・ツリー・アドレッシングでは、パケット・ヘッダの経路指定フィールド内のツリー・アドレスを使用してパケットを宛先ノードのグループ全体に送る。このようなパケットがパケット交換ノードに達した時、パケット・ヘッダ内のツリー・アドレスをそのノードにとって既知のツリー・アドレスと比較し、一致した場合には、そのパケットを一致したノードに接続されたすべての伝送リンクに転送する。したがって、各交換ノードで1つのパケットの複数のコピーを生成して、マルチキャスト・ツリー配布プランに適合する。

【0004】したがって、マルチキャスト・ツリー経路指定は、マルチキャスト・ツリー配布プロトコルの利用効率がよいために、パケット伝送ネットワークを介する通信の一般的な方法になっている。マルチキャスト・ツリー経路指定では、互いに通信することを望む1組のパケット・ユーザの作成および維持が必要であり、また、従来技術で一般的であるように、その1組のユーザを互いに接続する最適経路の決定および維持が必要である。

【0005】しかし、このようなシステムでは、ユーザのセットまたはグループが変化する場合、あるいは配布ネットワークの分割を引き起こすハードウェア障害が発生した時に、多くの問題が生じる。このような問題に対する従来の手法は、ネットワーク内のこのような条件を監視し、有効な回復処置を講じられるようにするための、集中式のデータベースと制御を設けることであった。残念ながら、これには、状況情報の周期的な送信と

検索が必要であり、そのためには、大規模分散ネットワークでは、状況の報告と活動の監視に必要な厳密な管理機能のために、通信システムの帯域幅をかなり割り当てる必要がある。より多くの実時間管理能力が望まれる場合、状況メッセージの連続的な監視および送信が必要になる可能性があるが、これは、管理が難しいだけではなく、伝送資源を大量に消費する。このようなシステムは、様々なノードでの送信および受信の際に音声データおよびビデオ・データを同期化しなければならないマルチメディア視聴覚システムの場合など、多数の実時間メッセージを伝送しなければならない場合に、扱いにくくなり、許容できなくなることさえある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来技術のマルチキャスト・ネットワークおよび配布方式に伴う前述の既知の問題点を考慮して、本発明の目的は、マルチキャスト・セットのメンバである各ユーザが、そのセットのメンバ間の通信に使用される配布経路または伝送経路の作成および利用とは独立に制御され管理される、新しい形の通信ネットワークおよび制御を提供することである。

【0007】 本発明のもう1つの目的は、ネットワーク内のすべての通信ノードまたは交換ノードで、ユーザ・セットの作成、管理および制御の能力を提供することによって、マルチキャスト・ネットワーク内のユーザのセットまたはグループに対する分散制御を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本明細書で例示する本発明の好ましい実施例によれば、デジタル・パケット・ネットワーク内でのマルチキャスト配布の作成および制御に伴う問題は、マルチキャスト・システム内で通信を望むユーザ・グループの管理および制御を、そのマルチキャスト・ネットワーク自体を構成する通信経路の管理および制御から分離することによって解決される。ユーザ・グループまたはユーザ・セットに対する制御は、そのネットワーク内の各ノードに、ユーザ・グループまたはユーザ・セットの作成、管理および制御に必要なすべての能力を提供することによって簡単になる。

【0009】 これらの能力を提供するための主な特徴を、本明細書では「セット・マネージャ」(SM)と称し、ネットワーク内の各ノードに、1つのセット・マネージャが置かれる。セット・マネージャは、それがサービスするセット中のユーザの全局所メンバの記録を維持する。これらのユーザを、各セット・マネージャ機能が常駐するノードに関連する伝送ユーザ(TU)と称する。各セットごとに1つのセット・マネージャが、セット・リーダー(SL)として指定される。セット・リーダーは、それがセット・リーダーとして働いているノードがサービスする局所メンバだけではなく、所与のグループ内の伝送ユーザのセット全体に関するメンバ情報を維持す

る。さらに、パケット通信ネットワーク内の任意のノードにある1つのセット・マネージャが、レジストラ(R)として指定される。レジストラは、所与のネットワーク内で定義されるすべてのマルチキャスト・ユーザ・セットまたはグループのすべてのセット・リーダーのリストを維持する。レジストラの機能は、指定されたユーザの各セットまたは各グループにセット・リーダーが1つだけ存在することを保証すること、そのセットのメンバに関する照会に答えること、またはその情報がたまたまそのレジストラで入手できない場合に適当なセット・リーダーに照会を転送することである。これらのセット作成機能およびセット管理機能はすべて、そのシステム内のどのノードでも実行することができ、分割その他の混乱を引き起こすネットワーク内の障害が発生した時に、活動中のセット・リーダーまたはレジストラの機能を別のノードが引き受けられるようにする手段が設けられている。

【0010】 ネットワーク内の様々なノードにあるセット・マネージャ間で制御および調整情報を通信するための効率的なプロトコルが、状況情報の維持に割り当てられるシステム資源のオーバーヘッドを大きく削減する。というのは、各セット・マネージャはセット管理機能と通信管理機能の一部を遂行するが、その作業を実行するために他のセット・マネージャまたは機能と通信する必要は僅かしかないからである。

【0011】

【実施例】 上述のように、本発明の好ましい実施例のネットワークの制御は、パケット通信ネットワークのすべてのノードにユーザ・セットの作成、管理および制御の能力を提供することによって簡単になっている。これらの能力の主な特徴が、各ノードに置かれたセット・マネージャ(SM)としてまとめられている。セット・マネージャは、ユーザ・グループまたはユーザ・セットのメンバであり、そのセット・マネージャが常駐するノードによって局所的にサービスされる、すべての局所伝送ユーザ(TU)の記録を維持する。

【0012】 ユーザの各グループまたは各セットごとに1つのセット・マネージャが、セット・リーダー(SL)として指定される。セット・リーダーは、その特定のセット・マネージャによってサービスされる局所メンバだけではなく、所与のグループまたはセットの伝送ユーザのセット全体に関するメンバ情報を維持する。

【0013】 最後に、ネットワーク内の1つのセット・マネージャが、レジストラ(R)として指定される。レジストラは、そのネットワーク内のすべてのセット・リーダーとそのユーザ・リストのリストを維持する。レジストラの機能は、ユーザの各グループまたは各セットにセット・リーダーが1つだけ存在することを保証すること、そのセットのメンバに関する照会に答え、その情報がたまたまそのレジストラで入手できない場合は適当な

セット・リーダに照会を転送することである。これらいくつかの管理機能指定のすべてまたは一部は、そのシステムすなわちネットワーク内のどのノードでも実施でき実行できる。各ノードに、ノード障害の発生時または通信リンクの障害に起因するネットワーク分割の発生時に、障害を発生したノードの機能を引き受けるための手段が設けられている。

【0014】好ましい実施例を詳細に説明する前に、多少の背景となる用語および情報が必要である。図1は、従来技術の典型的なパケット通信ネットワークの概略配置を示す図である。複数のノードNiが通信リンクによって相互接続され、各ノードは関連するホスト・プロセッサまたはホスト・コンピュータHiによってサービスされる。ホスト・コンピュータHiは、ネットワーク構成トポロジー・データベース(図3)を含むかあるいはそれにアクセスすることができ、各ノードNiでの交換および通信を制御するのに必要な機能を実行するための適当な制御処理コードを含む。

【0015】図2は、典型的な従来技術のノードNiを詳細に示し、各ノードに複数の判断点D Piを含むことができることを示す図である。判断点とは、パケット・メッセージに含まれる経路指定情報に応じて、あるリンク上の入力メッセージが1つまたは複数の出力リンクを宛先とするかどうかを決定するために、そのノードが行う経路交換の判断である。

【0016】図3は、典型的な判断点D Piを詳細に示し、交換ファブリックを使用して、アプリケーション・アダプタを介してアドレスされる1つまたは複数のユーザ・アプリケーションを、伝送アダプタを介して1つまたは複数の入力または出力伝送リンクに接続することを示す図である。交換ファブリックの管理はホスト・コンピュータHiの制御下にあり、ホスト・コンピュータHiはまた、マルチキャスト・セット内のユーザのグループ用のセット管理プロセスを有し、ネットワーク・トポロジー・データベースにアクセスすることができ、ネットワーク内の1つまたは複数のグループのメンバのアドレス、位置などを決定する。

【0017】本発明の好ましい実施例によれば、伝送ユーザのマルチキャスト・ユーザ・セットまたはグループを、ネットワーク内の任意の伝送ユーザが随意に作成することができる。このようなセットは、末端ノードまたはユーザ・ノードが、いつでもそれ自体の意志でセットに参加またはセットから離脱できるという意味では「オープン(開いている)」であり、メンバが、初期セットを形成または作成したユーザによって任意に指示される、事前に選択されたユーザのセットに制限されるという意味では「クローズド(閉じている)」である。本発明のこの実施例では、マルチキャスト・ユーザ・グループまたはセットの作成および管理に対する分散制御は、図3のセット管理プロセスで示されるように各ノードに

常駐し、あるいはそのノードにサービスするホストHiに含まれる、1組のプロトコルとプロセスによって定義される。リンク障害によって引き起こされるネットワークの分割は、本発明の好ましい実施例によれば、レジストラ、セット・リーダおよび伝送ユーザの間に伝送されるメッセージを監視することによって記録できる。障害が伝送ユーザのグループまたはセットの分割をもたらす場合、それによって形成された分離されたサブセットを再構成して、それ自体のセット・リーダとレジストラを有する独立したセットにしなければならない。この目的のため、元のネットワーク内のレジストラは、セット・リーダの喪失を検出し、セット・リーダのリストからそのセット・リーダを削除する。セット・リーダは、レジストラの喪失を検出した時、それ自体のネットワーク・サブセット用のレジストラ自体になることを求めて競争し、実際にそうなる可能性がある。実際にレジストラになった場合、セット・リーダは、それがサービスするセット・リーダ群から必要なすべての情報を集める。セット・リーダは、伝送ユーザまたはセット・マネージャの喪失を検出した時、影響を受ける1つまたは複数のユーザを削除することによって、そのセットのメンバを変更する。最後に、セット・リーダの喪失を検出したセット・マネージャは、セット・リーダ自体になり、それがサービスするユーザから必要なすべての情報を集めることができる。これらの様々な機能能力に含まれる処置は、本発明の好ましい実施例によれば、各ノードでホスト・コンピュータがアクセスし実行する適当な制御命令で実施される手順の流れ図によって記述される方法によって、自動的に実行される。

【0018】あるリンクの障害が修復され、サブセットを完全なユーザ・セットに加えるまたは再結合する時には、レジストラのうちの1つが冗長になり、これを随意取り除かなければならない。その場合、削除されるレジストラに登録されたセット・リーダを元のレジストラに登録し、これにそのメンバ・リストを送らなければならない。また、あるサブセットのセット・リーダは、ネットワーク分割が再結合される際に、そのセット・リーダの地位を他のサブセット・セット・リーダに譲らなければならない。セット・リーダの変更はまだ気付いていない伝送ユーザに対処するため、削除されたセット・リーダは、代理セット・リーダになり、実際のセット・リーダにセット・メンバ・リストを送る。したがって、リーダ、メンバ・リストなどを転送するメッセージを突然なだけのように作成することなく、システムまたはネットワークが時間をかけて回復し再形成されるので、すべてのセットを瞬間的に再形成する必要がなくなる。

【0019】図1に戻ると、規則的な2次元格子として配置された複数の経路指定ノードNiを有する、典型的なパケット通信ネットワークの全体的概略ブロック図が示されている。ただし、ノードNiは、各ノードが複数

の入力伝送リンクと複数の出力伝送リンクを有し、入力リンクと出力リンクの数が必ずしも等しくない、どんな図形的に相互接続された配列で配置することもできる。また、各ノードNiはホスト・コンピュータHiと関連しており、このホスト・コンピュータHiは、交換ノードの動作に必要な記憶、経路指定および制御の機能をすべて実行する。各ノードは、それぞれ関連するホスト・コンピュータによって指示され制御され、それに入力接続された伝送リンクのいずれかからのデータ・パケットを、出力伝送リンクのどれかまたはそれらの任意のグループに経路指定する能力を有する。

【0020】図2に示すように、各ノードは、図3に詳細に示す1つまたは複数の判断点DPiを備える。図3には、本発明の好ましい実施例の一部も含まれる。

【0021】従来技術の図1に示したようなパケット通信ネットワークでは、パケットの経路はそのパケットをネットワークに送る前に計算されるが、ノードを相互接続する実際の通信リンクは、パケットの受信が所与の交換ノードで検出されるまではそのパケット専用にならない可能性がある。その後、そのパケットのヘッダ部分に含まれる経路指定情報に回答して経路内の各リンクが指定される。所与のノードで入力データ・パケット・ヘッダを検査して、そのパケットを転送すべき適当な出力伝送リンクまたは経路を決定する。ヘッダ情報に回答して、ノード内の1つまたは複数の判断点DPiで、1つまたは複数の適当な出力リンクにパケットが実際に接続され配布される。

【0022】1ノード内の判断点DPiを、図2に示す。各交換ノードは1つまたは複数の副ノード判断点DPiを備え、各副ノード判断点DPiは複数の入力伝送経路と複数の出力伝送経路を有する。パケットは、ネットワーク内の遠隔交換ノードから、同一の交換ノード内の判断点から、またはその所与の交換ノードNiでパケット・ネットワークにアクセスするユーザ・アプリケーション（伝送ユーザ）から副ノード判断点DPiに来る可能性がある。複数の判断点を使用できるので、各ノードNiは任意の数の入力伝送リンクまたは出力伝送リンクを扱うことができる。というのは、別の判断点への接続によって各リンクが多重化できるからである。したがって、複数の交換点を使用して、各交換ノードを介して多数の局所ユーザ・アプリケーションにアクセスすることができる。

【0023】図3に示すように、図2の典型的な副ノード・パケット判断点DPiは、1つのパッチ・ファブリックまたは交換ファブリックSWと、この交換ファブリックによって選択的に相互接続することのできる複数のアダプタを備えることができる。「交換ファブリック」とは、1つまたは複数のデジタル信号経路からの適切な受信とその経路への適切な配布とを提供する任意の機構を識別するために当技術分野で使用される用語であ

る。交換ファブリックは、例えば、時分割通信バスを備えることができ、互いに接続された2つのアダプタによってアクセスされる時間スロット内で、デジタル信号がこのバス上に書き込まれ、このバスから読み取られる。図3に示したアダプタは、2つの一般的なタイプ、すなわちノード内リンクまたはノード間リンクに接続するための伝送アダプタと、パケット・ネットワークのユーザ（伝送ユーザ）に接続するためのユーザ・アプリケーション・アダプタのどちらでもよい。ユーザ・アダプタと伝送アダプタは、ユーザの局所要件だけに応じて、任意のノード内の任意の判断点で任意の比率で混合することができる。図3に示したユーザ・アプリケーション・アダプタによって、ユーザを任意のノードまたは副ノードでパケット交換システムに接続することができる。

【0024】どの判断点またはノードにあるアダプタおよび交換ファブリックもすべて、図3に示したホスト・コンピュータ2によって実行される、パケット・マルチキャスト・セット管理機能またはプログラム1によって制御される。明らかに、これらの機能を専用回路で実施することも可能であるが、ソフトウェア・プログラムの方が柔軟であり、変更しやすい。ユーザ・セット管理機能の機能は、実際には、ネットワーク全体で使用可能なすべてのユーザ資源および伝送資源の最新の記録を含み維持する、ネットワーク・トポロジー・データベース3から取り出されたデータに依拠する一群のプロセスである。ネットワーク・トポロジー・データベース内の資源記録は、親と宛先のユーザ・アプリケーション間の伝送経路の計算、およびユーザのセットを相互接続するための配布経路の計算に使用される。

【0025】図4は、図示のようにノードを複数の通信リンクによって相互接続して、図示のように各ノードの局所接続されたユーザにサービスすることのできる、複数のノードAないしLからなる仮定のネットワークを概略的に示す図である。本発明の好ましい実施例によれば、各ノードは、図3に示す1組のパケット・マルチキャスト・セット管理機能またはプログラム1を備える。この管理プロセスを呼び出すと、前に言及したように、所与のノードによってサービスされる1つまたは複数の伝送ユーザ用のセット・マネージャになる、または複数のノードからなるネットワークを介してサポートされるユーザのセット全体用のセット・リーダーになる、または分離された副ネットワークもしくは分割された副ネットワークを再結合する時の代理セット・リーダーになる、またはネットワーク全体のレジストラになるという機能が実行できる。

【0026】図5は、セット・マネージャが、代理セット・リーダー、セット・リーダーまたはレジストラの資格で活動するそれ自体と、あるいはそのセット・マネージャがそのような機能を実施した他のノードと交換する、メッセージ・プロトコルを概略的に示す図である。あるセ

ットへの登録を希望する図5に示した所与の伝送ユーザ(TU)は、そのセットに参加したいとの希望を、その所与の伝送ユーザが付加されているノードに常駐する局所セット・マネージャに通信しなければならない。そのような要求を行う際に、伝送ユーザは、参加を望むユーザのグループまたはセットのグループIDと、要求元伝送ユーザのアドレスと、そのセットのメンバとの通信に使用される暗号化キーや非暗号化キーなど特定の許可が要求されるかどうかの指示とを与えなければならない。伝送ユーザはまた、それにサービスしているセット・マネージャに、グループIDとそれ自体の要求元伝送ユーザ・アドレスを、所与のグループIDを有する確立されたセットから離脱したいとの指示と共に送ることによって、定義済みセットから離脱または「脱退」することもできる。伝送ユーザは、所与のセットIDによって知られる所与のセットに配布すべき情報を有する旨のメッセージをセット・マネージャに送ることによって、そのセットのメンバであろうとなかろうと、グループ・マルチキャストとしてセットに情報を送ることもできる。

【0027】局所的にサポートされる伝送ユーザからセット参加の要求を受け取ると、その伝送ユーザにサービスするセット・マネージャは、そのセットに割り当てられた機能的セット・リーダの識別を知るか、教えてもらうか、あるいは仮定しなければならない。

【0028】本発明の好ましい実施例では、それは、そのネットワークのレジストラにメッセージを送ることによって、所与の識別されたセット用のセット・リーダの識別をたまたま知らないセット・マネージャに、それ自体をセット・リーダとしてアサートさせることによって達成される。ネットワークのレジストラの識別は、セット・マネージャにより、図3のパケット・マルチキャスト・セット管理機能1の1つ中で、ネットワーク・トポロジー・データベース3にアクセスするためのコードを実行して、ネットワーク・レジストラのアドレスと位置を教えてもらうことによって確認される。ネットワーク・レジストラのアドレスを確認した後に、セット・マネージャは、要求元セット・マネージャのネットワーク識別とノード識別を含み、それがリーダになりたいと望むグループのIDを与える、セット・リーダ・アサート・メッセージを送る。

【0029】レジストラは、ネットワークIDとノードIDによって現セット・リーダの識別を与えることによって、グループIDに対する現セット・リーダの識別で応答し、あるいは要求元セット・マネージャのネットワークIDおよびノードIDで応答し、それによって、要求元セット・マネージャがセット・リーダを引き受けたことを示す。所与のセット・マネージャはまた、図5に概略的に示すように、レジストラにメッセージを送ることによって、所与のセット用のセット・リーダが存在するかどうかを照会することができる。図5に示したセッ

ト・リーダは、適当なメッセージをレジストラに送ることによって、セット・リーダをアサートするかまたはセット・リーダを辞任することもできる。そのメッセージまたは要求の形式と内容はセット・マネージャに関して述べたものと同じであり、レジストラからの応答も同様のフォーマットである。

【0030】識別されたセットのセット・リーダが識別されると、セット・マネージャは、元々要求を行った伝送ユーザのそのセットへの参加を要求するメッセージを、そのセット・リーダに送らなければならない。このメッセージは、セット・マネージャから、所与のセットの現セット・リーダとして現セット・マネージャに知られている、セット・リーダまたは代理セット・リーダとして活動中のセット・リーダに渡される。所与のユーザ・セットへの参加要求には、そのセットのグループIDと、要求元伝送ユーザのアドレスと、セット・マネージャのネットワークIDおよびノードIDが含まれる。セット・リーダまたは代理セット・リーダからセット・マネージャへの応答には、応答タイプの指示と、グループまたはセットの識別と、セット・リーダのネットワークIDおよびノードIDと、後で詳細に説明するセンス・コードが含まれる。

【0031】セット離脱の要求は、伝送ユーザからそのセット・マネージャに送らなければならない。セット・マネージャは、その要求をセット・リーダまたは代理セット・リーダに転送する。この要求には、伝送ユーザがそこからの脱退を望むグループのIDと、要求元伝送ユーザのアドレスと、セット・マネージャのネットワークIDおよびノードIDが含まれる。

【0032】セット・リーダまたは代理セット・リーダからの応答には、応答タイプと、セットIDまたはグループIDと、セット・リーダのネットIDおよびノードIDと、後で詳細に説明する目的のためのセンス・コードが含まれる。

【0033】所与のセット・リーダは、そのセット・リーダのセット・マネージャのネットIDおよびノードIDと、セット・リーダを辞任したいグループまたはセットのIDとを含む適当な要求をネットワーク・レジストラに送ることによって、セット・リーダを辞任することができる。レジストラからの応答は、応答のタイプ、リーダをやめるグループのIDおよび後に詳細に説明するセンス・コードが含まれる。

【0034】以前に破壊してネットワークのサブセットへの分割を引き起こしたリンクの再確立に起因するネットワーク内のサブセットの併合は、代理セット・リーダから新しいまたは実際には元のセット・リーダへ「セット・メンバ併合」要求を転送することによって達成される。この要求には、セットまたはグループのIDと、代理セット・リーダのネットIDおよびノードIDと、その代理セット・リーダがサービスしていた伝送ユーザ・



アドレスからなるセット・メンバ・リストとが含まれる。元のセット・リーダーから代理セット・リーダーへの応答には、応答タイプと、セットまたはグループのIDと、後で説明する目的のためのセンス・コードが含まれる。

【0035】図6は、あるオープン・セット内のセット管理プロトコルまたはメッセージの流れを示す図である。図6で重要なことは、メッセージの流れの方向と、接続性の監視または定期検査が行われるか否かが示されていることである。

【0036】図7は、レジストラR1をグループID1のセット・リーダーSLbと結合するリンクの破壊に起因する、ネットワークの2つの部分AおよびBへの分割を示す図である。

【0037】図8は、以下で簡単に説明する処理フローに示されるプロセスに従って、副ネットワークBが新しいレジストラR2を割り当て、副ネットワークAが新しいセット・リーダーSLaのグループID1を割り当てている、再構成された副ネットワークAおよびBを示す図である。

【0038】前述のメッセージはすべて、セット・マネージャの義務を果たして機能的に活動しているセット・マネージャ間で通信され、セット・リーダーおよびレジストラは、以下で図9ないし図17を参照して詳細に説明するように、各セット・マネージャ・ノードでのプログラム処理の実行に応答して制御され作成される。

【0039】図9ないし図10は、各ノードでのセット・マネージャ動作プロセスの主な流れを示す図である。セット・マネージャ・プロセスへの入力、トポロジー・データベース(TDB)から、伝送ユーザ(TU)から、またはセット・リーダーおよびレジストラから来る。図9のセット・マネージャ開始ブロック4が起点である。

【0040】伝送ユーザが、ユーザ・グループまたはセットへの登録を望む時、開始ブロック4でその要求をセット・マネージャが受け取り、ブロック5で、それがセット参加要求として解釈される。ブロック6で、セット・リーダーがセット・マネージャにとって既知であるかどうか検査を行う。そうである場合、ブロック8で、セット・マネージャは検査を行って、セット・リーダーが実際にそれ自体であるかどうかを判定する。そうでない場合、ブロック10で、セット・マネージャは、セットへの登録を望んでいる、それがサービスする伝送ユーザからのセット参加要求を既知のセット・リーダーに送り、ブロック11で、セット・マネージャが、登録を要求していた伝送ユーザに関するそれ自体のリストに登録保留中のマークをつけ、セット・リーダーからのセット参加応答を待つ。その後、処理はセット・マネージャ開始ブロック4に戻る。

【0041】しかし、ブロック6でセット・リーダーが未

知の場合、ブロック7に進み、図11の未知セット・リーダー手順30と称する別のルーチンが呼び出される。その結果、識別されたセット・リーダーがセット・マネージャに返される。未知セット・リーダー手順については、その動作がその後図9のブロック8に進み、前述と同じ形で処理されるので、後で詳細に説明する。ブロック8でそのセット・リーダーが実際のセット・マネージャであるかどうか検査が行われた時、実際には局所セット・マネージャが、伝送ユーザが参加を要求している識別された10 セットのセット・リーダーであることが判ることがある。ブロック8の答がイエスである場合、ブロック9に進み、セット参加登録メッセージが同一ノード内で走行中のセット・リーダー・コード・プロセスに送られる。このセット・リーダー・コード・プロセスは、後で説明する図14の流れに従う。ブロック9から出た後、処理はセット・マネージャ開始ブロック4に戻る。

【0042】開始ブロック4でセット・マネージャがサービスされる伝送ユーザからセットからの脱退要求を受け取った場合、処理はブロック12に進み、そこで、その要求がセット離脱要求として解釈される。ブロック13で、要求元の伝送ユーザが現在そのセットのメンバであるかどうか検査を行う。そうでない場合、ブロック15で応答を生成して、その伝送ユーザが現在セット・メンバではないので離脱できないことをその伝送ユーザに知らせ、起点に戻る。しかし、その伝送ユーザがそのセットのメンバである場合は、ブロック14に進み、セット離脱要求を既知のセット・リーダーに送り、ブロック16で、この伝送ユーザのセット・マネージャ・コードが、「離脱要求応答保留中」の注記を行い、システムは30 起点のセット・マネージャ開始ブロック4に戻る。

【0043】開始ブロック4でセット・マネージャがセットへの参加またはセットからの離脱を確認するのに必要な応答をセット・リーダーから受け取った場合、ブロック17に進んで、記録を有する可能性のある様々なセットに関する、その局所セット・マネージャの1つまたは複数の伝送ユーザ・メンバ・リストを更新する。ブロック18で、応答が肯定であるかどうかを検査し、応答が肯定であり、セット参加応答である場合には、ブロック24でこれが検出される。セット参加応答が存在する場合、ブロック25で、要求元伝送ユーザの識別が、セット・マネージャが維持するセット・メンバ・リストに追加され、セット・マネージャは要求元伝送ユーザへの接続性を監視する。ブロック27で、既知のセット・リーダーが現セット・マネージャ以外のものである場合に、セット・マネージャは、その既知のセット・リーダーへの接続性の監視も開始する。ブロック28で、セット・マネージャは、肯定登録信号を要求元伝送ユーザに返し、その結果、要求元伝送ユーザは所望のセットに登録されたことを知る。その後、この処理は起点に戻る。ブロック24のテストでセット参加応答でないことが検出された50



場合、ブロック26に進み、その伝送ユーザをセット・マネージャが維持するメンバ・リストから削除し、その伝送ユーザへの接続性の監視を終了する。ブロック29に進み、肯定脱退要求信号を要求元伝送ユーザに返し、その結果、要求元伝送ユーザは識別されたセットから登録解除されたことを知る。その後、この処理は起点に戻る。

【0044】しかし、ブロック18で否定応答が検出された場合は、ブロック19に進んで、セット・リーダまたはレジストラからの応答のフォーマットの一部として伝送されるセンス・コードを検査する。ブロック19では、セット・リーダが代理セット・リーダとして活動していることを示すセンス・コードが存在するかどうかを検査する。そうである場合、ブロック20に進み、あるルーチン呼び出して、実際の新しいセット・リーダがどれであることを示す代理セット・リーダからのセンスコードによって示される新セット・リーダ位置から、セット参加動作またはセット離脱動作を開始する。ブロック19で代理セット・リーダのセンス・コードが存在しない場合は、ブロック21に進んで、応答しているのがセット・リーダではないことをセンス・コードが示すかどうか検査する。そうである場合、ブロック22で、未知セット・リーダ手順30に進む。ブロック21の答が否定である場合、ブロック23に進み、応答をセンス・コードと共に要求元伝送ユーザに返す。というのは、このセンス・コードが、その伝送ユーザが使用する他の情報要素を含んでいる可能性があるからである。その後、システムは起点に戻る。

【0045】開始ブロック4でトポロジー・データベース更新標識がセット・マネージャに返され、その更新が、セット・リーダが障害を発生したか、または接続性が失われていることを示す場合は、ブロック41に進み、そこで図11の未知セット・リーダ手順30を呼び出す。未知セット・リーダ手順30が完了すると、点Bに戻ってブロック42に進み、そこで局所セット・メンバのセットへの参加が実行され、局所セット・メンバ記録が、新たに識別されたセット・リーダによって維持され、起点に戻る。

【0046】図11に、新しいセット・リーダを識別し確立する手順を示す。未知セット・リーダ手順30から開始し、そこでセット・マネージャがレジストラの位置と識別に関してトポロジー・データベースに照会する。ブロック31で、トポロジー・データベースからの応答を検討して、レジストラが存在するかどうかを判定する。レジストラが存在する場合、ブロック32に進み、セット・マネージャがセット・リーダ・アサート要求を既知のレジストラに送る。ブロック33で肯定応答を受け取らなかった場合は、未知セット・リーダ手順30に戻って、既知のレジストラの識別を教えてもらうが、ブロック33で肯定応答が得られた場合には、ブロック3

4に進み、その応答を検査して、そのセットのセット・リーダが別に存在するかどうかを判定する。そうである場合、ブロック35に進み、そこでセット・リーダ情報をセット・マネージャが記録し、処理は、セット・マネージャ処理コードの、最初に未知セット・リーダ手順を呼び出した点に戻る。

【0047】ブロック34で、そのセットのセット・リーダが別に存在しない場合は、ブロック36に進み、そこでセット・マネージャが既知のレジストラの情報を記録し、ブロック37で、セット・マネージャがセット・リーダになり、図12のセット・リーダ起動コードを開始し、その後、図9のセット・マネージャ開始ブロック4に戻る。

【0048】図11のブロック31の検査でレジストラが存在しないことが示された場合、セット・マネージャがレジストラになり、ブロック38に進み、そこで後で説明する図15ないし図16のレジストラ起動開始手順を呼び出す。その後、ブロック39に進み、セット・リーダ・アサート・メッセージをセット・マネージャ・ステーション内のレジストラ処理コードに送り、ブロック40で、図13ないし図14のセット・リーダ起動コードを呼び出すことによってセット・リーダになり、その後、ブロック43で、図9ないし図10のブロック42の点Bに戻る。この時点で、セット・マネージャは、そのネットワークのレジストラ、そのセットのセット・リーダ、およびそれがサービスする局所付加されたすべての伝送ユーザのセット・マネージャになるという責任を引き受けている。

【0049】図12は、セット・リーダになる(ブロック43)、ネットワーク・レジストラになる(ブロック102)または代理セット・リーダになる(ブロック106)ための様々なセット・マネージャ起動手順を示す図である。ブロック43で、セット・マネージャがセット・リーダになるための処理が開始される。ブロック44で、既知のレジストラへの接続性を監視し、ブロック45で、図15で開始されたセット・リーダ・プロセス(後で説明する)に戻り、そこからブロック46に進む。

【0050】セット・マネージャがネットワーク・レジストラになる場合は、ブロック102に進んで、この処理を起動する。ブロック103で、セット・マネージャが、このセット・マネージャがそのネットワークのレジストラになることを示すトポロジー・データベース更新メッセージをネットワークに送る。その後、ブロック104で、このレジストラはトポロジー・データベースを監視して、他のセット・マネージャがレジストラとして登録しているかどうかを判定する。レジストラ起動手順を開始し終えた後に、ブロック105で、セット・マネージャは、図15ないし図16に進み、レジストラになる。

【0051】ブロック106で、代理セット・リーダ起動手順が開始され、これによってブロック107で、新セット・リーダがその中で識別される。前に分離されていた2つの副ネットワークの結合の際にトポロジー・データベースまたはレジストラから受け取った、新セット・リーダ情報が記録される。その後、ブロック108で、代理セット・リーダは、新セット・リーダへの接続性を監視し、ブロック109で、新セット・リーダにセット・メンバ併合リストを送ることによって代理セット・リーダとして活動する。その後、ブロック110で、図20の代理処理に戻る。

【0052】図13ないし図14は、ブロック46でトポロジー・データベース、セット・マネージャまたはレジストラからの入力から始まる、セット・マネージャがセット・リーダになるための処理を示す図である。この入力を検査し、ブロック46で、セット参加要求をセット・マネージャから受け取ったかどうかを判定する。ブロック47で、要求元伝送ユーザが既にセット・メンバであるかどうか検査を行う。そうである場合、ブロック51で、要求元が既にメンバであることを示す肯定応答をセット・マネージャに返し、処理はブロック46に戻る。要求元伝送ユーザがまだセット・メンバでない場合は、ブロック48に進み、セット・リーダが要求元伝送ユーザをセット・メンバ・リストに追加する。セット・マネージャから受け取った、伝送ユーザをセット・メンバとして登録することを要求する情報中で新セット・マネージャが示されている場合、ブロック49でこのことを示し、セット・リーダが、新規に識別されたセット・マネージャへの接続性を監視する。ブロック50で肯定応答を返し、動作はブロック46に戻る。

【0053】「セット離脱」要求をセット・マネージャからセット・リーダが受け取った場合、ブロック52でこの要求を検査して、当該の伝送ユーザが既にセット・メンバであるかどうかを判定する。そうである場合、ブロック53に進み、その伝送ユーザを、そのセット・リーダが維持するセット・メンバ・リストから削除する。ブロック54で、その要求が受け入れられたことを示す肯定応答をセット・マネージャに返し、ブロック55に進む。ブロック55で、セット・リーダが検査を行って、要求元のセット・マネージャに関して識別された最終伝送ユーザが削除されたかどうかを判定し、そうである場合には、ブロック56に進み、そのセット・マネージャをリストから削除し、そのセット・マネージャへの接続性の監視を終了する。ブロック57でも検査を行って、セット・メンバ・リストが空であるかどうかを判定し、そうである場合には、ブロック58に進み、セット・リーダが、識別されたセットのセット・リーダが脱退したいと望むことを示す辞任要求をネットワーク・レジストラに送り、ブロック59でセット・リーダ処理を終了する。しかし、セット・メンバ・リストが空でない場

合は、システムは単に開始ブロック46に戻るだけである。ブロック52の検査で要求元伝送ユーザがセット・メンバでないと判った場合、ブロック60で、要求元伝送ユーザがセットのメンバでないことをセンス・コードによって示す否定応答をセット・マネージャに返す。その後、システムは開始ブロック46に戻る。

【0054】セット・リーダが別のセット・リーダからセット・メンバ併合要求を受け取った場合、ブロック61で、リスト併合を求める要求によって識別される新メンバでセット・メンバ・リストを更新する。ブロック62で肯定応答を返し、その後、動作は開始ブロック46に戻る。

【0055】セット・リーダが、セット・マネージャが障害を発生したか、あるいはこのセット・マネージャがセット・リーダであるセット・メンバのうちのどれかに関連するセット・マネージャへの接続が失われたことを示すトポロジー・データベース更新メッセージを受け取った場合、ブロック63に進み、そこで、セット・リーダが、それが維持するリストからセット・マネージャとそのすべてのセット・メンバを削除し、そのセット・マネージャへの接続性の監視を停止する。その後、ブロック64に進んで、当該のセットのセット・メンバ・リストが空であるかどうかを判定する。そうである場合、ブロック65で、セット・リーダがネットワーク・レジストラに辞任要求を送り、ブロック66で、セット・リーダ処理が終了する。セット・メンバ・リストが空でない場合、セット・リーダはリーダであり続ける必要があり、ブロック64のNO出口に示すように、単にブロック46に戻る。

【0056】セット・リーダが、レジストラが障害を発生したか、あるいはレジストラへの接続性が失われたか、あるいは既知のレジストラがもはや存在しないことを示すトポロジー・データベース更新メッセージを受け取った時は、ブロック67に進む。ブロック67で、未知レジストラ手順を呼び出し、既知レジストラに関してトポロジー・データベースの照会を行う。ブロック68で、トポロジー・データベースからの応答を検査して、レジストラが存在するかどうかを判定する。そうである場合、ブロック69に進み、セット・リーダ・アサート・メッセージを既知レジストラに送り、その結果、セット・リーダは、セット・リーダであり続けるかどうかを判定できるようになる。ブロック70で肯定応答を受け取った場合、検査を行って別のセット・リーダが存在するかどうかを判定し、ブロック71で他のセット・リーダが存在しない場合、ブロック73に進み、現セット・リーダがセット・リーダであり続け、ブロック46に戻る。しかし、ブロック70でセット・リーダのアサートに対して肯定応答を受け取っていないことが示される場合、ブロック67に戻って、レジストラがどれであるかを決定し、もう一度照会などを行う。レジストラが作成

された時、あるいは以下で簡単に説明するように、現セット・リーダのセット・マネージャがレジストラになる時は、最終的に肯定応答を受け取ることになる。ブロック71で別のセット・リーダが識別された場合、ブロック72に進み、そのセット・リーダがそのセットの代理セット・リーダになり、図17の代理セット・リーダ起動手順を呼び出し、開始ブロック46に戻る。

【0057】ブロック68でレジストラが存在しないことが判った場合、ブロック74に進み、図12のブロック102のレジストラ起動手順を呼び出すことによってセット・リーダがレジストラになり、その後、ブロック75に進み、そこで、セット・リーダをアサートしセット・メンバをリストするメッセージが、そのセット・マネージャによって呼び出されたレジストラ・コード部分に送られ、図のようにブロック46に戻る。

【0058】図15ないし図16に、ブロック76から始まる、レジストラの義務を実行するセット・マネージャの動作を示す。レジストラへの入力は、図示のとおり、トポロジー・データベースから、セット・リーダまたはセット・マネージャを経て伝送ユーザから来る可能性がある。レジストラが、1つまたは複数の他のレジストラがネットワーク内に存在することを示すトポロジー・データベース更新メッセージを受け取った場合、ネットワークごとに1つのレジストラしか許されないの、これは許容できない状況であり、ブロック77に進む。ブロック77で、レジストラが、それ自体の識別が、存在すると示されたすべてのレジストラのうちで最も高い優先順位であるかどうかを検査する。最高の英数字アドレスを有する、レジストラであることの特権をリストされたまたは要求している最初のレジストラである、最も長時間活動しているレジストラである、または他のなんらかの判断基準など、任意の優先順位決定手段を使用することができる。好ましい実施例では、英数字アドレスを比較し、最も高い英数字値を有するアドレスをレジストラとして選択するのが最も簡単である。このようなテストをブロック77で行い、結果が肯定である場合、ブロック78で、現セット・マネージャがレジストラのままになる。ブロック77のテストで現レジストラが優先順位を有さないことが示された場合、現レジストラは、ブロック79で、それがもはやレジストラではないことを示すメッセージを更新としてトポロジー・データベースに送り、ブロック80でレジストラ処理を終了する。

【0059】レジストラが、セット・メンバ・アサート要求をセット・リーダまたはセット・マネージャから受け取った場合、ブロック81で、レジストラは、セット・メンバ・アサート要求中に存在するセットの識別されたグループIDのセット・リーダが存在するかどうかを判定する。セット・リーダが存在しない場合、ブロック82に進み、要求元セット・マネージャがそのセットのセット・リーダとしてリストされ、そのセット・マネー

ジャの情報がセット・リーダ・リストに追加される。ブロック83で、要求元セット・マネージャがセット・リーダになることを要求元セット・マネージャに示す肯定応答が送られる。その後、システムは、開始ブロック76に戻る。ブロック81で識別されたグループのセット・リーダが既に存在する場合、ブロック84に進んで、セット・マネージャのネットIDとノードIDがセット・リーダのそれらと同一であるかどうか、すなわち、要求元セット・マネージャが既に所与のセットのセット・リーダであるかどうかを判定する。そうである場合、ブロック85に進み、レジストラが、セット・リーダ情報を更新し、ブロック86で、肯定応答をそのセット・リーダの情報と共に返す。セット・マネージャのアドレスが識別されたセットのセット・リーダのアドレスと同一でない場合は、ブロック91に進み、現セット・リーダが実際にはどれであるかの識別と共に肯定応答を返す。

【0060】レジストラがセット・リーダから辞任要求を受け取った場合、ブロック87で検査を行って、要求元セット・リーダが、識別されたセットまたはグループ識別のために登録されているかどうかを判定する。そうでない場合、ブロック88で、脱退を要求しているセット・リーダがセット・リーダではないという否定応答を与える。セット・リーダが識別されたグループのために登録されたものである場合、ブロック89に進み、要求に応じてセット・リーダの情報を削除し、レジストラはこのセット・リーダへの接続性の監視を停止する。ブロック90で、肯定応答を送り、開始ブロック76に戻る。

【0061】レジストラが、セット・リーダが障害を発生した、またはセット・リーダへの接続性が失われたことを示すトポロジー・データベース更新メッセージを受け取った場合、ブロック92に進み、そこで、レジストラがそのセット・リーダの情報を削除し、そのセット・リーダへの接続性の監視を停止する。

【0062】図17に、トポロジー・データベース、セット・リーダまたはセット・マネージャからの入力に回答する際の、代理セット・リーダの処理コードの流れを示す。ブロック93で、代理セット・リーダは、セット・マネージャによってサービスされる伝送ユーザからセット参加要求またはセット離脱要求を受け取る可能性がある。そのような要求を受け取った場合、ブロック94に進み、代理セット・リーダが、否定応答を実際の新セット・リーダの識別と共に返す。その後、ブロック95で、代理セット・リーダは、要求元セット・マネージャと、セット・メンバとしてリストされたそのすべての伝送ユーザを削除する。というのは、セット・マネージャはどれが実際のセット・リーダであるのかを知っており、新セット・リーダがその情報を有しこの責任を引き受けているからである。ブロック96で検査を行って、その代理セット・リーダのセット・メンバ・リストが空

であるかどうかを判定し、そうである場合には、ブロック97で代理処理を終了するが、そうでない場合は、処理はブロック93に戻る。

【0063】代理セット・リーダが、セット・マネージャが障害を発生した、または接続性を失ったことを示すトポロジー・データベース更新メッセージを受け取った場合、直接ブロック95に進み、前述の通り処理が流れる。

【0064】代理セット・リーダが、セット・リーダが障害を発生した、または接続性を失ったことを示すトポロジー・データベース更新メッセージを受け取った場合、またはセット・メンバ併合コマンドに対する否定応答を受け取った場合、代理セット・リーダは、ブロック98で代理処理を終了し、ブロック99でセット・リーダになり、ブロック100で未知レジストラ手順を呼び出す。未知レジストラ手順は、図14のブロック67から始まり、前述のとおり動作する。代理セット・リーダがセット・メンバ併合要求を受け取った場合、ブロック101で、否定応答をセット・リーダの実際の位置およびアドレスの情報と共に返し、ブロック93に戻る。

【0065】前述の動作からわかるように、セット管理プロセスは、ユーザのセットを形成する能力を提供し、どのエンティティも複数のユーザと通信できるようにする、マルチキャスト・ルーチンを介したユーザのセットへの効率的な通信を提供する。ネットワーク内の全伝送ユーザに同報通信する必要がなく、セット内の各伝送ユーザにパケットのコピーを別々に送る必要もない、伝送ユーザのセットへのパケット配布は、上述の管理された1組の責任を有する個々のノードを設けることによって可能になる。セット・マネージャは、このシステムの最重要な要素であり、前述のように各ノードに常駐する。これは、局所的にサービスされる伝送ユーザに関するメッセージを受け取った場合に、局所的にサービスされる伝送ユーザにマルチキャスト・サービスと配布サービスを提供する。セット・マネージャのプロトコルまたはプロセスは、図示のとおりノード間に分散され、ユーザのセットの形成を可能にし、セットのメンバ間またはセットの外部からセットへの通信のための効率的な機構を提供する。

【0066】レジストラ機能は、オープン・セット用の集中情報ベースであり、その識別がネットワーク全体に大域的に知られている。オープン・セット内では、伝送ユーザが、独立にセットに参加でき、セットから離脱できる。セットが作成されるのは、最初の伝送ユーザがそのセットに参加するかまたはそれを確立する時であり、セットが破壊されるのは、最後のセット・メンバが離脱する時である。

【0067】1つのセット・マネージャが、セットのセット・リーダとして指定され、すべてのセット・メンバのリストを維持する。セット・リーダは、レジストラに

登録される。セットのリーダ、セットのメンバおよびレジストラの識別は、すべて動的であり、いつでも、またネットワーク内の状況の命じるところに応じて、変更することができる。セットは、セットを作成する伝送ユーザまたはセット・マネージャによって確立されるグループ識別またはセット識別によって識別される。オープン・セットは、上述の回復機構によって、何らかの相互接続リンクの障害に起因するネットワークの分割に耐える。上述の回復処理では、サブセットのレジストラとセット・リーダが、前記で概略を示した処理によって自動的に作成される。クローズド・セットでは、メンバはそれを開始した伝送ユーザによって定義され、他の伝送ユーザは、そのセットに加わることもそのセットのメンバと通信することもできない。クローズド・セットはネットワーク内で大域的に知られてはいず、そのセット・リーダはレジストラに登録されない。開始元の伝送ユーザは、随意にクローズド・セットの作成と破壊を引き起こし、許可されるセット・メンバを定義する。開始元伝送ユーザのセット・マネージャが、そのクローズド・セットのセット・リーダであり、セット・メンバ・リストを維持する。クローズド・セットは、そのセットのメンバに関する情報が共用されないで、ネットワーク分割に耐えられない。

【0068】図6に示すように、セット管理プロトコルは、所望のすべての機能および動作に関して図9ないし図17に詳細に示したように確立されている。たとえば、図6に示したような伝送ユーザがあるオープン・セットへの参加を所望する時、その伝送ユーザは、参加したいと希望するセットを識別するグループIDをそのセット・マネージャ(SM)に供給する。セット・マネージャは、複数の異なる条件の下でセット・リーダの位置を決定する。セット・マネージャは、セット・リーダの位置を既にキャッシュし、それを知っている場合、既知のセット・リーダに参加メッセージを送るだけである。しかし、セット・マネージャが現セット・リーダまたはその位置を知らない場合、セット・マネージャは、そのネットワークのレジストラの位置と識別に関してトポロジー・データベースを検査する。レジストラが存在することが判った場合、セット・マネージャは、このグループのセット・リーダが存在しない場合には要求元セット・マネージャをセット・リーダとして指定するが、そうでない場合には正しいセット・リーダの情報をセット・マネージャに返すようセット・リーダ・アサート・メッセージをレジストラに送る。セット・リーダが存在する場合、セット・マネージャは、識別されたセット・リーダに参加メッセージを送る。存在しない場合には、そのセット・マネージャが、セット・リーダになり、要求元伝送ユーザをそのセット・メンバ・リストに追加する。セット・マネージャがセット・リーダの位置を知らないか、またはレジストラが存在しない場合、セット・マネ

ージャが、レジストラ兼セット・リーダになり、それがレジストラになったことを示すトポロジー・データベース更新メッセージを送る。上記に記載の様々な条件の下でのこれらのメッセージの流れを、図6に概略的に示す。図7に示すようにネットワーク分割が発生する場合、回復処理が呼び出され、図8に示すネットワーク構成がもたらされる。

【0069】図7に示すように、3つのメンバ、TUx、TUyおよびTUzと、セット・リーダSLbグループID1と、レジストラR1とを有するセットがある。リンク、例えばR1とセット・リーダSLbグループID1の間のリンクが障害が発生した場合、図7に示す区画Aはそのセット・リーダを失うが、区画Bはそのレジストラを失う。ネットワークが分割によって分断される場合、ネットワークまたは副ネットワークごとに1つのレジストラが存在しなければならない。また、セットごとに1つのセット・リーダが存在しなければならない。この状況は、図8に示すようにして解決される。前に図9ないし図17で示したように、接続性を監視することによって呼び出される流れと処理に従って、新しいレジストラが副ネットワークB内で作成され、新しいセット・リーダが副ネットワークA内で自動的に作成される。

【0070】ネットワーク区画AおよびBが接続性を回復した時、これらの区画のトポロジーを交換しなければならない。ネットワークごとに1つのレジストラしか存在できないので、優先順位の低いレジストラ（好ましい実施例では、英数字アドレスまたは名前が低いレジストラ）が、それがもはやレジストラでなくなることを示すトポロジー・データベース更新メッセージを送る。レジストラの喪失を検出すると、ネットワーク区画B内のセット・リーダが、ネットワークのその区画内の代理セット・リーダになり、旧区画内のすべてのメンバ、すなわちTUyとTUzのセット・リーダになる。この代理機能は、ネットワーク区画が接続性を回復した時に発生する混乱を最小限に抑える。各セット・マネージャが、確立されたレジストラにセット・リーダ・アサート・メッセージを送ってセット・リーダの位置を決定したり、新しいセット・リーダに参加メッセージを送るのではなく、旧セット・リーダが、そのセット・メンバを含むメッセージを1つだけ新セット・リーダに送る。この時点で、新セット・リーダSLa、グループID1は、完全なセット・メンバ・リストを有する。旧セット・メンバTUyとTUzは、そのセット・リーダが区画B内のSLbグループID1であると考えている。TUyまたはTUzのセット・マネージャが、それが局所的にサービスする伝送ユーザの1つのために参加、離脱または情報送出行を行う時には、代理セット・リーダSLbが、セット・マネージャに、それがもはやセット・リーダではない

（副ネットワークの再結合の後）ことを知らせ、その代

わりに、新セット・リーダの位置を送る。

【0071】この動作方法を用いると、オープン・マルチキャスト・セットが、ネットワーク分割に自動的に耐えられるようになり、ネットワーク区画の接続性が回復された時に、ネットワーク・レジストラ、セット・リーダおよびセット・メンバとの間で流れるネットワーク制御メッセージを時間をかけて配布できるようになる。これによって、接続性が回復される瞬間に極端なネットワーク制御トラフィックのサージが生成されなくなる。レジストラの機能により、ネットワーク内の伝送ユーザが、オープン・マルチキャスト・セットの位置を見つけることができる。レジストラは、動的に選択され、トポロジー・データベース内で識別される。セット・リーダはそれ自体をレジストラに登録し、オープン・セットに関する情報を探している伝送ユーザは、そのセット・マネージャを介してレジストラから情報を要求する。

【0072】したがって、本発明の改良されたネットワークでは、複数のノードが特有の機能を実行するが、協力しあって動作してネットワーク管理の全体的機能を提供し、各ノードが、その時点で優勢な特定の条件に応じて、サポートされる様々な伝送ユーザの代わりに働き、あるいはセット・リーダまたはレジストラとしてサービスするセット・マネージャを有する分散方式で、ネットワーク全体の管理が実施できる。

【0073】したがって、新しい形の通信ネットワーク管理、新しい形の通信ネットワーク自体および新しいネットワーク管理技法として以上に述べてきたものがすべて、図1に関して説明したプロセッサ（またはホスト）の基本処理能力と必要な交換ノードまたは経路指定ノードのハードウェアおよびソフトウェアを有する様々なネットワーク・ノードのどれにおいても実施できることがわかるであろう。図2および図3に関して示したように、ノード間の相互接続は、図4または図7および図8に示したものなど、図形的に表現されたどんな方式のものでよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】それぞれ関連ホスト・プロセッサまたはコンピュータを有する複数のノードからなる、従来技術の直交交換ネットワークの典型的な概略図である。

【図2】1つまたは複数の判断点または交換点を含む、従来技術の典型的な交換ノードまたは経路指定ノードを示す図である。

【図3】上記の従来技術のノードの判断点の1つであるが、本発明の好ましい実施例による、所与のノードをセット・マネージャとして有効にするためのセット管理のプロセスと能力を含む判断点を示す図である。

【図4】一部のノードが、文字Uへのリンクによって識別される付加された伝送ユーザを有する、ノードAないしHからなるネットワークを概略的に示す図である。

【図5】本発明による、セット・マネージャ、伝送ユー

ザ、レジストラ、セット・リーダーまたは代理セット・リーダーに指定された様々な機能ユニットの間でのプロトコル・メッセージの流れを示す概略図である。

【図6】本発明の好ましい実施例による様々な能力で動作する分散セット・マネージャを用いてネットワークを管理するためのプロトコル内の、具体的なメッセージの流れを示す図である。

【図7】通信ネットワーク内の1リンクの破壊のために2つの部分への分割が発生した、好ましい実施例に従って構成されたネットワークを概略的に示す図である。

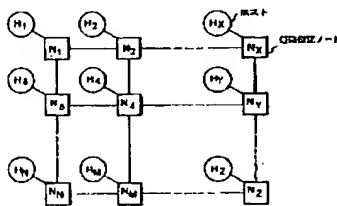
【図8】本発明による、ネットワーク内で分割を引き起こしたネットワーク障害からの回復を示す図である。

【図9】各ノードによってサービスされる伝送ユーザのグループ・マルチキャスト・セットへの登録、セットからのユーザの脱退、セット・リーダーに通信されるセットへの伝送ユーザの参加、またはセット・リーダーが障害が発生したことを示すトポロジー・データベース更新メッセージの受信という諸機能のために、各ノードのセット・マネージャによって呼び出されるプロトコルとプロセスの流れ図である。

【図10】各ノードによってサービスされる伝送ユーザのグループ・マルチキャスト・セットへの登録、セットからのユーザの脱退、セット・リーダーに通信されるセットへの伝送ユーザの参加、またはセット・リーダーが障害が発生したことを示すトポロジー・データベース更新メッセージの受信という諸機能のために、各ノードのセット・マネージャによって呼び出されるプロトコルとプロセスの流れ図である。

【図11】セット・マネージャが、所与のセットのセット・リーダーを知らない時に呼び出す手順の流れを示す図である。

【図1】



【図12】本発明の好ましい実施例による、セット・リーダー、レジストラまたは代理セット・リーダーになるために任意のセット・マネージャで呼び出される、様々なセット・マネージャ制御モードを示す図である。

【図13】セット・マネージャがセット・リーダーになる時の手順の流れとプロトコルを概略的に示す図である。

【図14】セット・マネージャがセット・リーダーになる時の手順の流れとプロトコルを概略的に示す図である。

【図15】本発明の好ましい実施例による、セット・マネージャがネットワークのレジストラになる時に呼び出される手順の流れを示す図である。

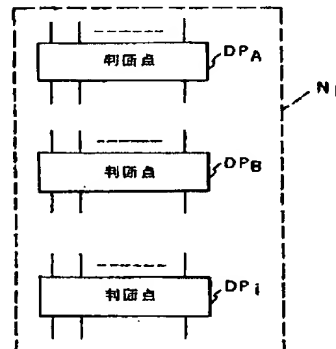
【図16】本発明の好ましい実施例による、セット・マネージャがネットワークのレジストラになる時に呼び出される手順の流れを示す図である。

【図17】セット・マネージャが代理セット・リーダーになる時の、本発明の好ましい実施例の手順の流れとプロトコルを示す図である。

【符号の説明】

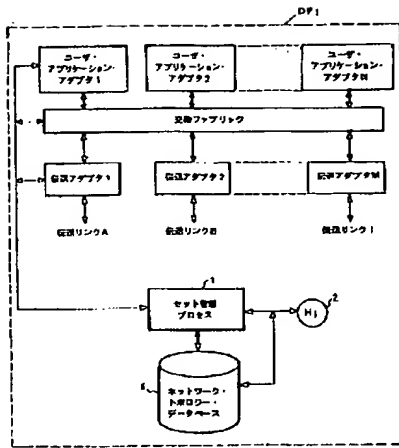
- 1 パケット・マルチキャスト・セット管理機能またはプログラム
- 2 ホスト・コンピュータ
- 3 ネットワーク・トポロジー・データベース
- 4 セット・マネージャ開始ブロック
- 30 未知セット・リーダー手順
- Ni ノード
- Hi ホスト・コンピュータ
- D Pi 判断点
- SW 交換ファブリック
- A 副ネットワーク
- B 副ネットワーク

【図2】

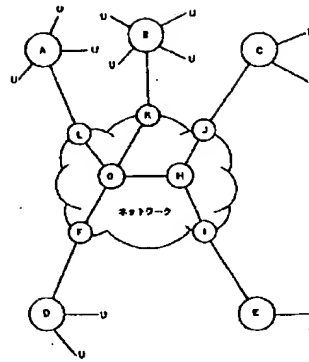




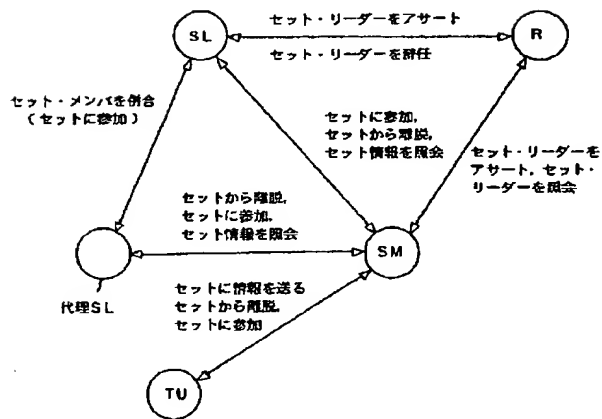
【図3】



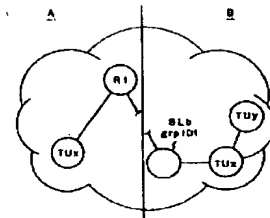
【図4】



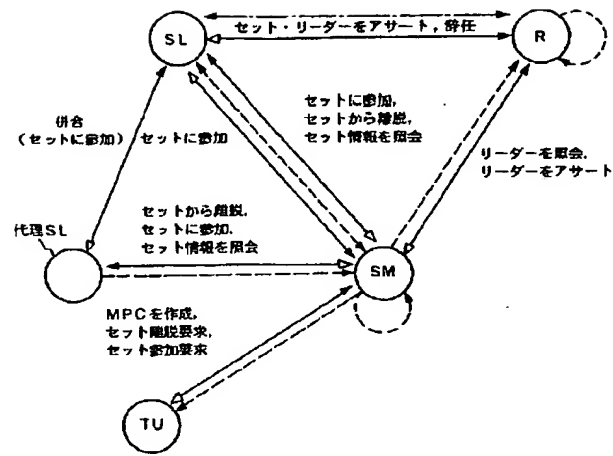
【図5】



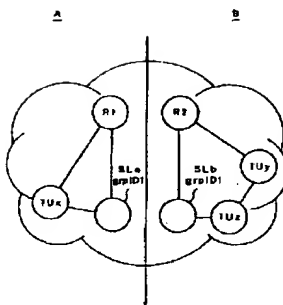
【図7】



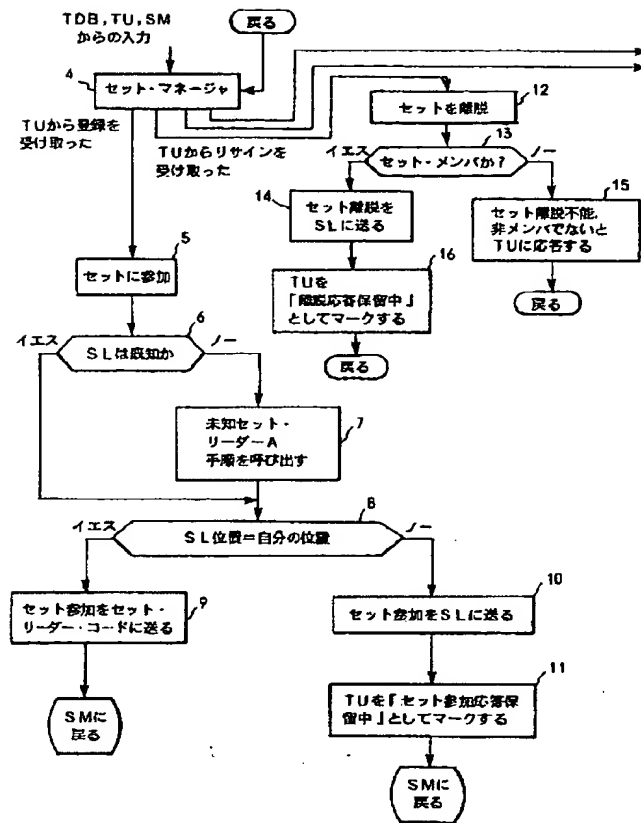
【図6】



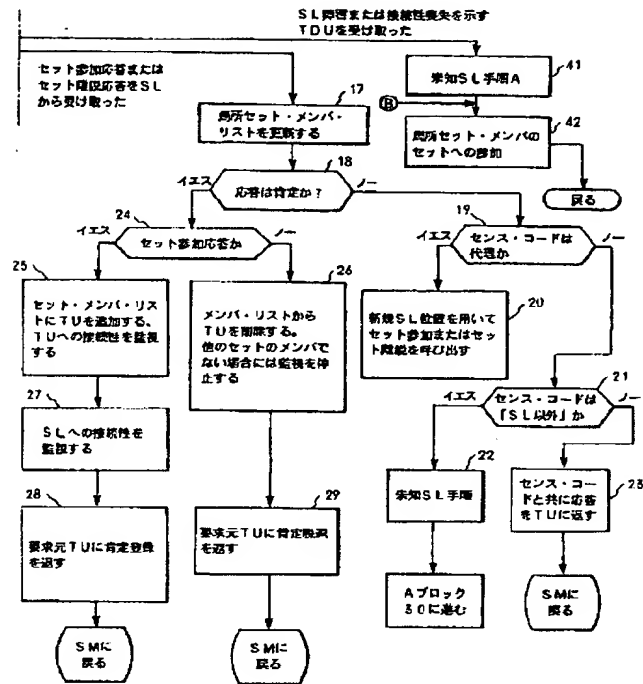
【図8】



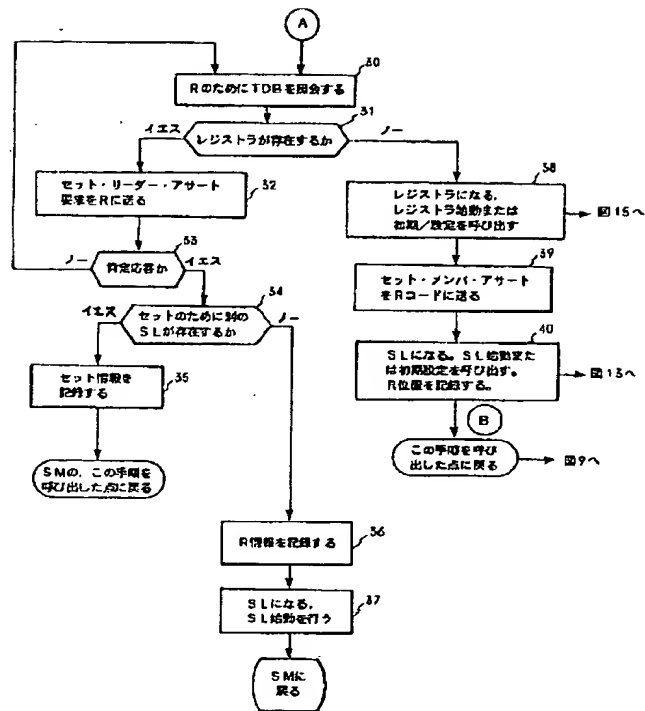
【図9】



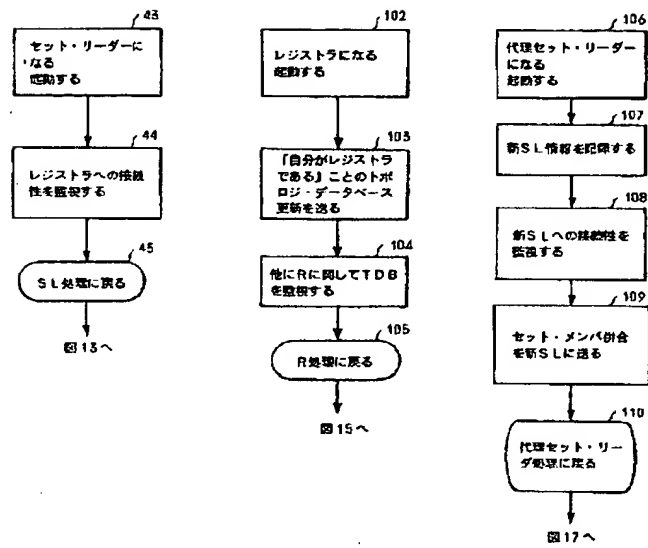
【图 10】



【図11】

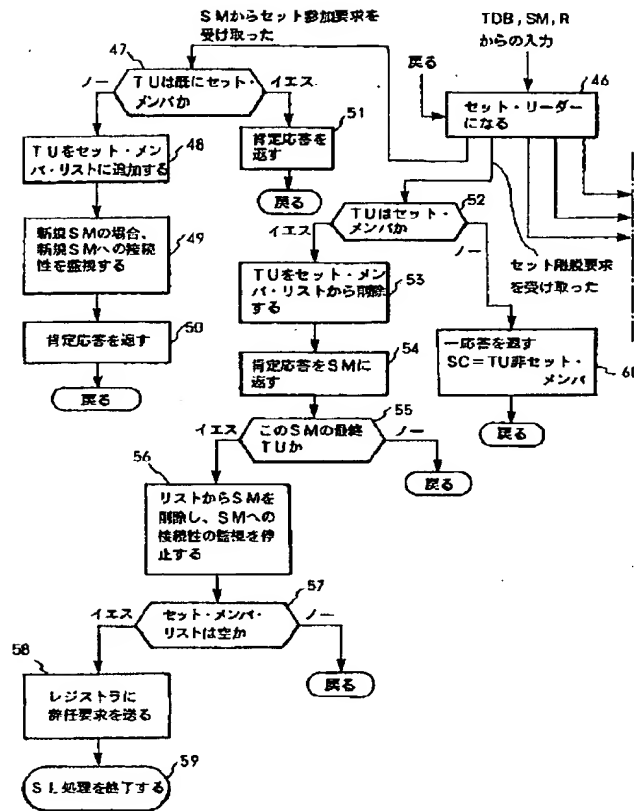


【図12】

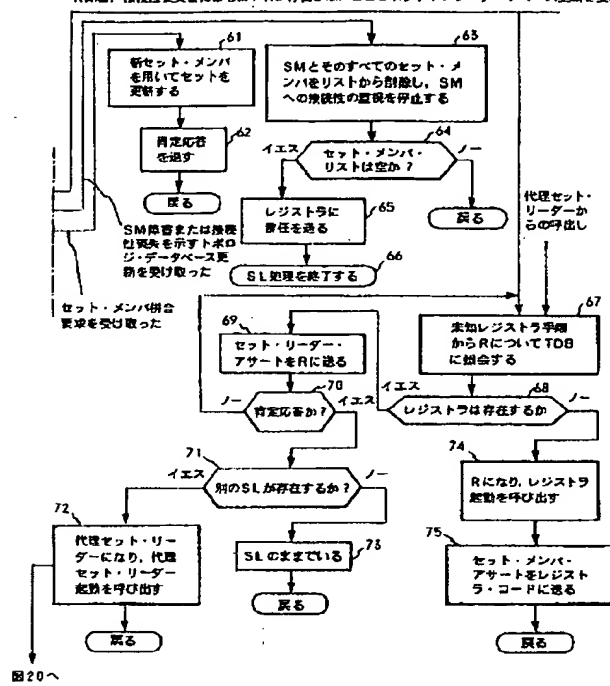




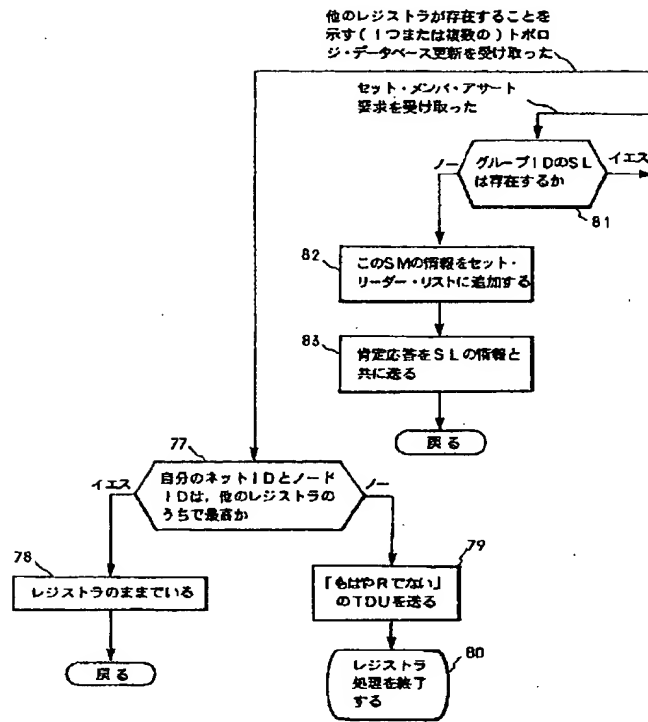
[図13]



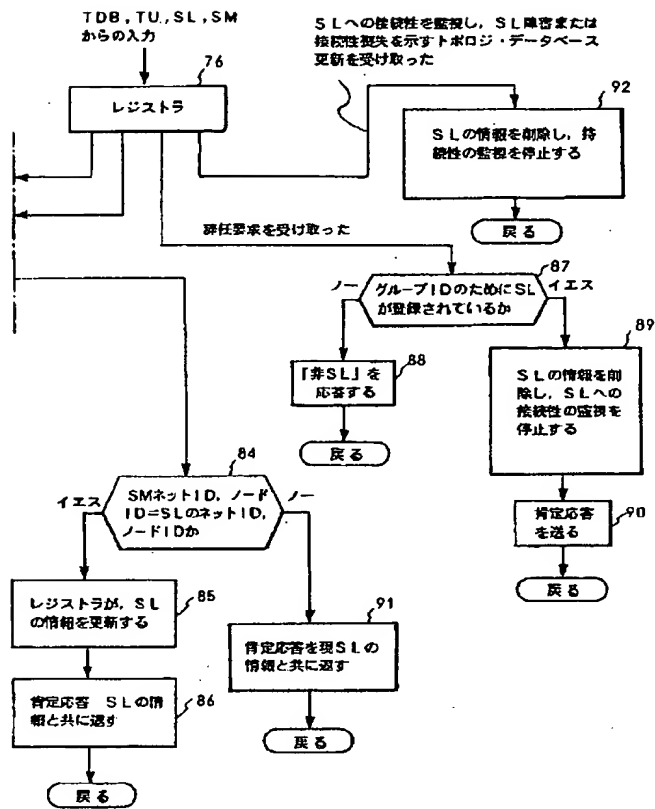
R 障害、権限喪失または R が存在しないことを示すトポロジ・データベース更新を受け取った



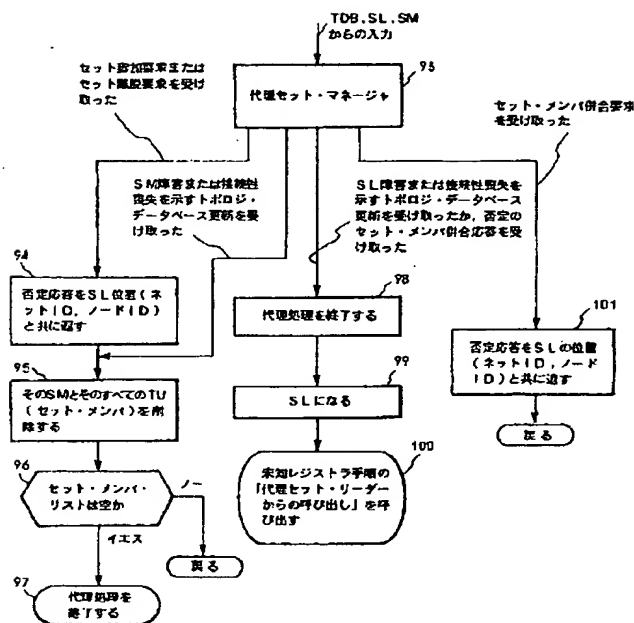
【図15】



[図16]



[図17]



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H04L 12/56

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8529-5K

H04L 11/20

102 A

- (72)発明者 ジョン・エリス・ドレーク・ジュニア  
アメリカ合衆国27312、ノース・カロライ  
ナ州ピッツボロ、フィアリントン321
- (72)発明者 ブラバンド・マダン・ゴバル  
アメリカ合衆国07470、ニュージャージー  
州ウェイン、ブラック・オーク・リッジ・  
ロード1043
- (72)発明者 エリザベス・アン・ハーヴァティック  
アメリカ合衆国27502、ノース・カロライ  
ナ州アベックス、マトロック・ストリート  
4908

- (72)発明者 マーク・アダム・カブラン  
アメリカ合衆国10536、ニューヨーク州カ  
トナ、ホリー・ヒル・レーン、アール・エ  
フ・ディー5
- (72)発明者 シャイ・クッテン  
アメリカ合衆国07866、ニュージャージー  
州ロッカウェイ、レノックス・ストリート  
41
- (72)発明者 マーシャ・ランパート・ピーターズ  
アメリカ合衆国27312、ノース・カロライ  
ナ州ピッツボロ・ニュー・ホープ・トレ  
ールズ6

(72)発明者 マイケル・ジェームズ・ウォード  
アメリカ合衆国06511、コネティカット州  
ニュー・ヘーヴン、ウエスト・パーク・ア  
ベニュー25